Ежемесячный журнал
Издается с 1931 г.
Издательство «Наука»
Москва 1985

ВЕСТНИК 1
АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

(*См. на обороте*)

Публикуемая ниже статья посвящена проблеме, лежащей на стыке различных наук. В ходе проведенных авторами экспериментов обнаружены неизвестные ранее эффекты воздействия электромагнитного излучения малой мощности на организм человека. При этом установлено, что зоны на поверхности тела, максимально чувствительные к излучению, совпадают с известными в иглорефлексотерапии зонами акупунктуры.

Наряду с изложением экспериментальных результатов авторы предлагают также и теоретическое истолкование обнаруженных эффектов, однако нельзя не отметить, что оно носит предварительный характер и требует дальнейшего обсуждения.

Кандидат физико-математических наук
Е. А. АНДРЕЕВ,
член-корреспондент АН УССР
М. У. БЕЛЫЙ,
доктор физико-математических наук
С. П. СИТЬКО

РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Известно, что локальные потоки электромагнитного излучения сверхвысокой частоты плотностью до 10 мВт/см^2 не оказывают заметного теплового влияния на организм [1]. В то же время достоверно установлены факты как положительного (терапевтического), так и отрицательного воздействия потоков такой плотности на человека [2].

При изучении влияния электромагнитного поля миллиметрового диапазона (30—80 ГГц) на простейшие биологические объекты несколькими экспериментальными группами в различных странах были обнаружены весьма узкие (~0,1%) резонансные отклики в спектрах действия поля [3]. Целью наших исследований был поиск зон человеческого тела, наиболее чувствительных к локальному нетепловому воздействию электромагнитного излучения в том же диапазоне длин волн, и выяснение механизма такого воздействия.

---

[1] См.: *Keilman F.* Experimental RF and MW Resonant Nonthermal Effects.— Biolog. Eff. and Dosim. of Nonionizing Radiation, 1983, p. 283—297.

[2] См.: Биологические эффекты электромагнитной энергии и медицина. Труды Института инженеров по электро- и радиотехнике, 1980, т. 68; *Черкасов И. С., Недзвецкий С. В.* Способ лечения поврежденных биологических тканей. Авторское свидетельство СССР № 733697.— Бюллетень «Открытия, изобретения», 1980, № 18; *Чурко В. В., Мулодифов П. Я., Сигидов Я. А.* Лазерная терапия ревматоидного артрита. Терапев. арх., 1983, № 7; *Хитров Ю. А., Шестиперов В. А.* СВЧ в медицине.— Электроника СВЧ, 1983, вып. 16 (948).

[3] См.: *Девятков Н. Д. и др.* Влияние электромагнитного излучения миллиметрового диапазона длин волн на биологические объекты.— Успехи физ. наук, 1973, т. 110, № 3, с. 452—469; *Webb S. J., Stoneham M. E., Fröhlich H.* Exitation of Energy Levels in Active Biological Systems.— Phys. Lett., A, 1977, v. 63, p. 407; *Gründler W., Keilman F.* Nonthermal Effects of Millimeter Microwaves on Yeast Growth, Zeitschrift Naturforsch, 1978, B. 33, S. 15.

Методика исследований

После предварительного медицинского обследования психофизиологического состояния и соответствующего инструктажа испытуемый занимал горизонтальное положение на кушетке в экранированной камере. Излучатель электромагнитного поля (согласованный рупор) фиксировался на расстоянии 5—20 мм от облучаемого участка поверхности тела. В качестве источников излучения использовались серийные генераторы миллиметрового диапазона (25—80 ГГц), обеспечивающие выходную мощность излучателя до 8 мВт; частотная зависимость мощности постоянно контролировалась. Перестройка частоты осуществлялась как вручную, так и автоматически по заданной программе. Режим работы — непрерывная генерация, скорость перестройки частоты в автоматическом режиме — от 10 до 100 МГц/с. Размер зоны облучения и ее локализация задавались диафрагмой из углеткани с круглым отверстием диаметром 0,5—1,5 см, накладываемой на определенный участок тела. Средняя длительность испытания — 30 минут. Регистрация воздействия осуществлялась двумя способами: объективно, по показаниям медицинских приборов, фиксировавших физиологическое состояние организма, и субъективно[4], по тем или иным сенсорным реакциям испытуемых, которые, не зная программы изменения параметров поля (наличие, отсутствие, мощность, частота), сообщали врачу о характере возникающих в организме ощущений. Подчеркнем, что именно сенсорный способ, обеспечивающий постоянную связь пациента с оператором-врачом, позволил обнаружить те явления, о которых пойдет речь ниже.

Результаты сенсорной регистрации

Испытаниям подверглись 188 человек, как здоровых, так и больных в терминах медицинской диагностики. Было установлено, что здоровые в подавляющем большинстве случаев не реагируют на излучение в диапазоне 27—78 ГГц и плотностях мощности до 10 мВт/см^2. Та же ситуация во многих случаях наблюдалась и при воздействии на больных. Однако облучение строго определенных участков тела больных электромагнитными волнами с фиксированной частотой в диапазоне 45—65 ГГц вызывало сенсорную реакцию в области органа с выраженным нарушением, причем это был орган, пространственно удаленный от зоны облучения. Характерными ощущениями были «сдавливание», «тепло», «холод», «покалывание», локальная или диффузная боль, различного рода парастезии и др. На некоторых частотах иногда наблюдалась общая реакция организма в виде эмоционального подъема, возбуждения или угнетения, сонливости. Во многих случаях сенсорный отклик был весьма жестко (резонансно) привязан к частоте: увеличение или уменьшение последней уже на небольшую величину (~1%) приводило к исчезновению ощущений.

Сопоставляя расположение зон максимальной чувствительности поверхности тела к электромагнитному излучению с классической схемой зон акупунктуры[5], мы обнаружили между ними полное совпадение. Более того, оказалось, что воздействие излучения на определенную зону вызывает резонансную реакцию именно тех органов, которые связаны с данной зоной на картах иглорефлексотерапии. При облучении зоны акупунктуры, соответствующей больному органу, на одной или нескольких

---

[4] См.: Основы сенсорной физиологии. Под ред. Р. Шмидта. Пер. с англ. М.: Мир, 1984, с. 22—29.

[5] См.: *Табеева Д. М.* Руководство по иглорефлексотерапии. М.: Медицина, 1980.

частотах обязательно возникала его ответная сенсорная реакция, причем ее интенсивность зависела от степени расстройства этого органа в момент исследования. Здоровые же органы, как правило, не реагируют на излучение с указанными значениями частот и мощности. Установлено также, что если в представлениях иглорефлексотерапии облучаемая зона обладает многоплановым действием, на тех или иных частотах «откликаются» все связанные с ней больные органы.

Важно отметить, что здесь не идет речь о возникновении так называемых «предусмотренных ощущений», которые появляются у пациентов при введении иглы в точку акупунктуры. В самой зоне облучения не наблюдалось ни субъективных, ни объективно регистрируемых изменений (парастезий, «распирания», гиперемии, локального повышения температуры). К примеру, при периферическом парезе лицевого нерва реакция каждой из трех ветвей нерва возникает на разных частотах при облучении одной и той же зоны 45—III, локализованной, в полном соответствии с указанием «Руководства по иглорефлексотерапии», «на 0,3 см от наружного края корня ногтя второго пальца стопы».

Результаты приборной регистрации

Спецификой описываемых исследований является то, что непосредственно зарегистрировать обнаруженные частотные зависимости известными физическими методами (по крайней мере сейчас) невозможно. Связано это с весьма активным поглощением электромагнитного излучения миллиметрового диапазона молекулами воды, входящей в состав живых тканей[6]: уже на глубине 2—3 мм от поверхности кожи его интенсивность падает в 1000 и более раз. В результате оказывается, что возмущения, вносимые в эквивалентный выходной контур генератора СВЧ при резонансном отборе мощности на этой глубине недостаточны для их непосредственной приборной регистрации. Поэтому объективизировать удается только результат воздействия электромагнитного поля на организм, и соответствующие частотные зависимости устанавливаются лишь путем регистрации изменений физиологического состояния организма или отдельных органов. С этой целью использовались стандартные методы диагностики: анализ ритмики кардиоциклов и электрической активности мозга (электроэнцефалограммы), измерение артериального давления, фиброгастроскопия, регистрация динамики кислотности в полости желудка, рентгеноскопия и гамма-сцинтиграфия, измерения кислотности мочи, полярография слюны и т. д.

Выяснилось, что вызванные внешним воздействием сенсорные реакции сопровождаются существенными изменениями физиологического состояния: частота пульса меняется на 10—20 ударов в минуту, артериальное давление — на 10—15 мм рт. ст., эффективный почечный плазмоток — на 10—20%. Отмечены значительные изменения количества свободных радикалов в слюне, изменение функциональной деятельности пораженного органа (рис. 1), а также колебания кислотности в полости желудка (рис. 2). Некоторые изменения могут наблюдаться и визуально: покраснение участков тела вдали от зоны воздействия, тремор отдельных групп мышц, сонливость и сон гипнотического характера.

Замечено, что положительный (терапевтический) эффект возникает на частотах, которым соответствуют «комфортные» ощущения пациента: уменьшение болей, чувство локальной теплоты, мышечная расслабленность (рис. 3), чувство «наполнения» и т. д. При этом функционирова-

[6] См.: Труды Института инженеров по электро- и радиотехнике, 1980, т. 68.

Рис. 1. Изменение интенсивности работы почек под действием СВЧ-излучения с частотой 55.8 ГГц на зону АТ-95 в течение 15 мин., сопровождавшимся ощущением «наполнения» и «распирания» в области поясницы слева

Кривые характеризуют скорость выведения из организма радиоактивного препарата (^{131}I); по оси ординат – концентрация препарата в единице объема почки, усл. ед.; ○ — без воздействия излучения, △ — при воздействии излучения; *а* — левая почка, *б* — правая почка

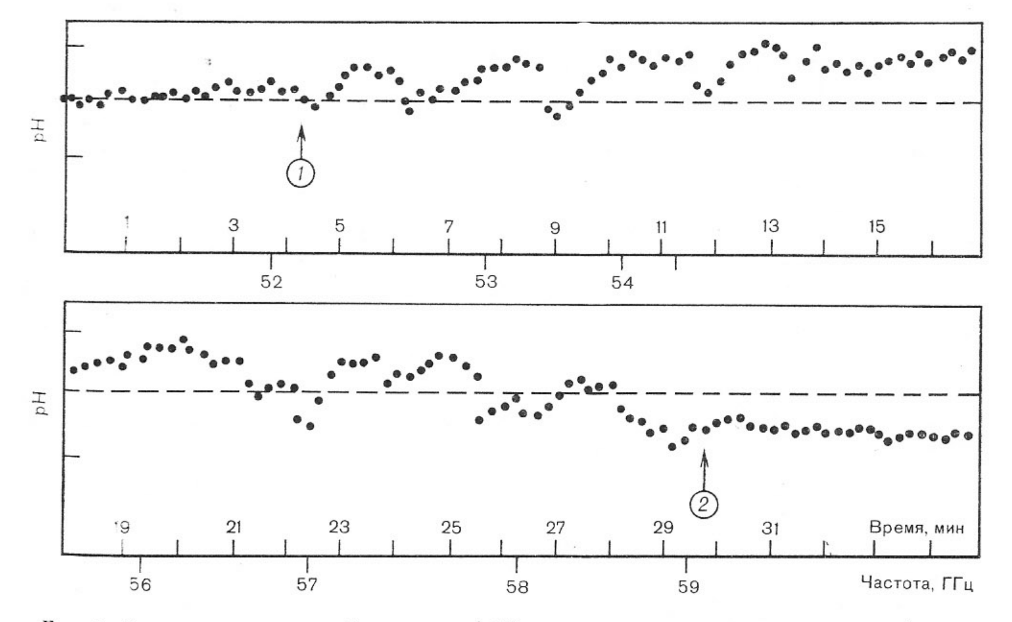
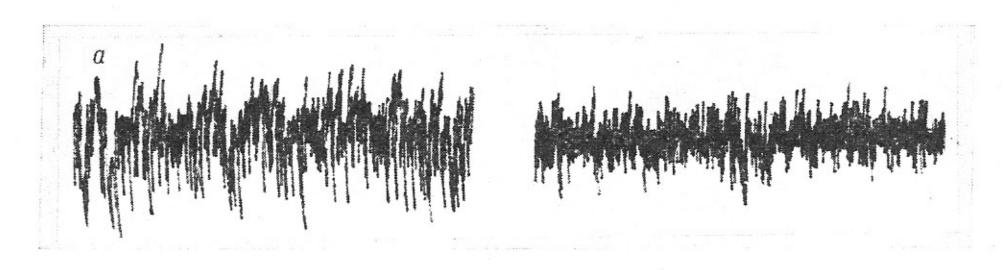


Рис. 2. Изменение кислотной реакции (pH) среды в полости желудка под действием СВЧ-излучения с меняющейся во времени частотой на зону 36-III

1 — момент начала воздействия, *2* — момент окончания воздействия



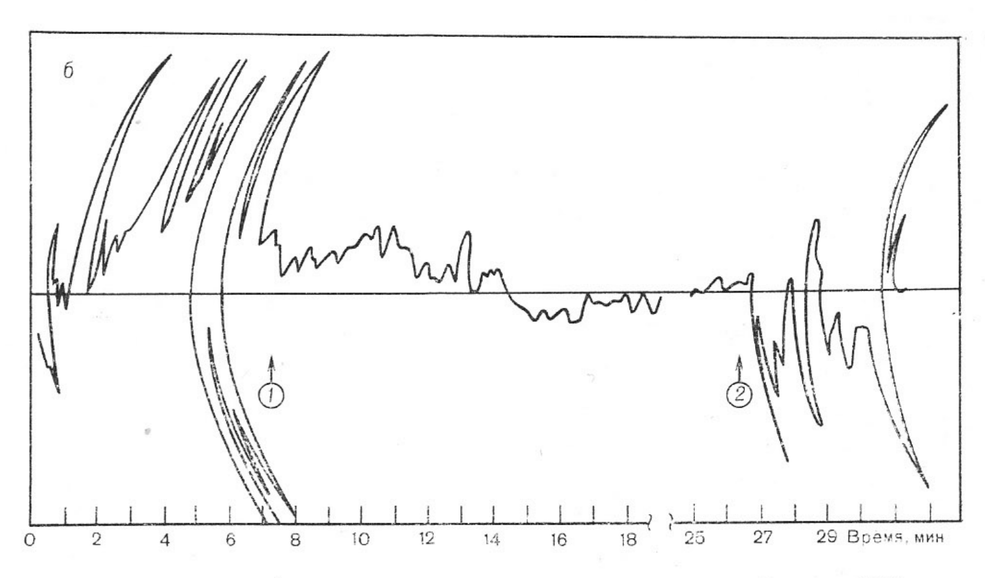


Рис. 3. Нормализация биоэлектрической активности мышц под действием СВЧ-излучения

а — активность оральных мышц нижней губы пациента, страдающего маниакально-депрессивным психозом: слева — до облучения, справа — после пятиминутного действия излучения с частотой 63,3—64,0 ГГц на зону 10-Х; *б* — низкочастотная составляющая активности мышц в зоне 24-III меридиана желудка у пациента с язвенной болезнью двенадцатиперстной кишки: *1* — начало воздействия с частотой 62,2 ГГц на зону 36-III, *2* — окончание воздействия

ние больных органов эффективно восстанавливается. Так, из 105 человек с язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки у 94 зарегистрировано полное рубцевание язвы за 10 сеансов (12 дней) продолжительностью 20—30 минут (3-я клиническая больница города Киева), хотя некоторые из них до применения микроволновой рефлексотерапии (так мы назвали этот способ) лечились стандартными методами в течение многих лет. У восьми пациентов за этот срок полного рубцевания язвенного дефекта не произошло, однако его размер сократился в несколько раз. Вот история болезни пациентки Н. После первого курса лечения размер язвы уменьшился с 25 до 7 мм. Через семь месяцев она прошла повторный курс. За время перерыва в лечении размер дефекта не изменился. Частота излучения, на которой возник «комфортный» сенсорный отклик желудка при воздействии на ту же зону, при повторном курсе осталась прежней. Через неделю пациентка выписалась с полностью зарубцованным дефектом.

Статистически достоверные результаты микроволновой рефлексотерапии получены и при лечении некоторых патологий опорно-двигательного аппарата. Например, при остеохондропатии головки бедренной кости у детей и подростков удалось в ряде случаев сократить срок лечения бо-

Рис. 4. Миографический отклик мышц зоны 4-X и соответствующие сенсорные впечатления пациента, страдающего гепатохолециститом, при воздействии на эту же зону СВЧ-излучения с линейно меняющейся частотой

Сплошные кривые характеризуют миографический отклик, прямоугольники под ними — наличие сенсорных впечатлений; *1* — момент начала облучения, *2* — момент окончания облучения; *а* — при первоначальном облучении, *б* — через 8 мин., *в* — через 50 час.

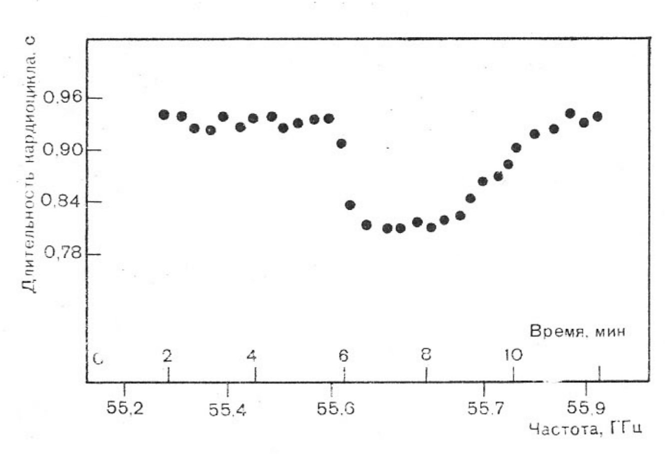


Рис. 5. Изменения длительности R—R-интервала кардиосигнала в частотном диапазоне, соответствующем сенсорному отклику больной почки, у пациента, страдающего мочекаменной болезнью, под действием СВЧ-излучения (с меняющейся во времени частотой) на зону АТ-95

лезни с 1,5—3 лет до 4—12 месяцев благодаря ускорению репаративных процессов в костных тканях (Киевский НИИ ортопедии).

Пороговый (в зависимости от физиологического состояния организма) характер отклика на облучение, а также существование многоплановых зон акупунктуры и областей с высокой плотностью биологически активных точек, связанных с различными органами (например, на ушной раковине их около 130), создают предпосылки для микроволновой рефлексодиагностики, которая может дать клиническую картину распространения заболевания. В процессе такой диагностики интересные сенсограммы (зависимости характера и локализации сенсорного отклика от частоты внешнего поля) получены при обследовании больных с нейрохирургическими заболеваниями, остеохондрозом, опухолями, включая злокачественные, сахарным диабетом, парезами лицевого нерва, урологическими патологиями, нервно-психическими расстройствами и т. д.

Для объективизации сенсограмм использовались методы экспрессной регистрации физиологической реакции организма, не нарушающие комфортного состояния пациентов, то есть не связанные с появлением сильных внешних раздражителей. Удобным оказался метод измерения среднеквадратичного значения биоэлектрической активности мышц в зависимости от частоты электромагнитного излучения, действующего на одну из многоплановых биологически активных точек. Примеры таких спектров, полученных на миографическом анализаторе в режиме четырехсекундного усреднения, вместе с соответствующими сенсограммами приведены на рис. 4, *а* (Киевский НИИ нейрохирургии). Максимумы миографического отклика коррелируют с индуцированными ощущениями, о которых сообщал испытуемый оператору. Для подтверждения жесткости привязки максимумов спектра к частоте практиковалось повторение испытаний через несколько дней, а также работа в режиме «возврата по частоте», то есть по несколько раз проходилась одна и та же область частот (рис. 4, *б*, *в*). Резонансный характер отклика организма на электромагнитное излучение удобно также наблюдать по динамике сердечной ритмики, регистрируемой кардиомониторами (рис. 5).

Таким образом, в результате проведенных нами экспериментов обнаружены неизвестные ранее эффекты воздействия электромагнитного поля на организм человека, носящие информационный характер, поскольку внешнее воздействие играет здесь роль сигнала, «включающего» определенные внутренние процессы в организме. Хотя описанные зависимости обнаруживаются в той же области частот, которая ранее была предсказана теоретически и в которой аналогичные эффекты наблюдались экспериментально на простейших биообъектах, в данном случае можно говорить о качественно ином характере явления. Постоянство частоты многих резонансов во времени при хронических заболеваниях, индивидуальность значений этих частот для разных органов, узость резонансных откликов — все это дает основание предполагать наличие в живых системах на надмолекулярном уровне дискретных квантовых состояний, характеризуемых параметрами, названными нами собственными характеристическими частотами человеческого организма.

Обсуждение результатов

Полученные экспериментальные результаты придают определенное физическое содержание синергетическим подходам, широко используемым сегодня для описания жизненных процессов [7].

[7] См.: *Кайзер Ф.* Нелинейные колебания (предельные циклы) в физических и биологических системах.— В кн.: Нелинейные электромагнитные волны. М.: Мир,

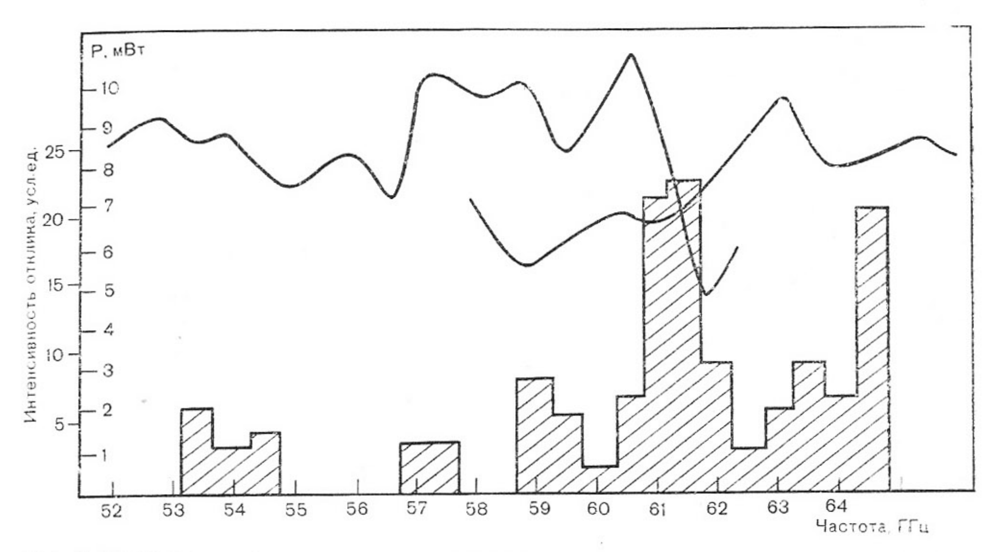


Рис. 6. Гистограмма спектрального распределения характеристических частот человеческого организма, выявленных при терапии патологий желудочно-кишечного тракта у 69 пациентов

Верхние кривые — частотно-мощностные характеристики применявшихся генераторов; по левой шкале ординат отложена относительная вероятность проявления собственных характеристических («резонансных») частот

Действительно, существование резонансных ответов отдельных органов на внешнее воздействие можно попытаться объяснить на основе концепции так называемых предельных циклов — изолированных периодических решений системы нелинейных дифференциальных уравнений, описывающих автоволновые процессы и энергетический транспорт в активных средах, которыми являются живые самоорганизованные системы в состояниях, далеких от термодинамического равновесия. Этот подход впервые был предложен Х. Фрелихом и Ф. Кайзером [8] для объяснения низкочастотной биоэлектрической активности мозга. Их предположение о том, что предельные циклы представляют собой накопители энергии метаболизма, может оказаться весьма продуктивным и для рассматриваемого случая.

Нам представляется, что известные в иглорефлексотерапии так называемые «меридианы» и являются, по сути, пространственными решениями упомянутой системы уравнений [9], задающими векторное поле потока энергии метаболизма, выделяемой в определенном объеме активной среды. Этот поток может осуществлять в организме и информационное и энергетическое воздействие, поскольку 12 основных меридианов проходят своим так называемым внутренним ходом [10] через все жизненно важные органы тела: сердце, легкие, желудок и т. д., а на их внешних ходах расположены биологически активные точки — селективные по частоте приемники внешних «спусковых» сигналов. Проводя анализ численных решений модельных уравнений, записанных для простейших случаев, Ф. Кайзер показал сильную зависимость положения и формы предельных циклов от начальных условий, частоты такого сигнала и его

1983, с. 251—285; *Романовский Ю. М., Степанова И. В., Чернавский Д. С.* Математическая биофизика. М.: Наука, 1984.

[8] См.: *Кайзер Ф.* Указ. соч.

[9] См. там же.

[10] См.: *Табеева Д. М.* Указ. соч.

интенсивности, особенно в окрестностях особых точек, которые в нашем случае можно отождествлять с биологически активными зонами. Такая гипотеза позволяет трактовать сенсорную реакцию в «больном» органе как энергетический ответ организма на коррекцию пространственного положения соответствующего предельного цикла через особые точки.

Конечно, строгое аналитическое решение задачи предусматривает знание конкретного микроскопического механизма, ответственного за формирование когерентного электромагнитного поля. Основываясь на экспериментальных данных (ширина резонансов ~0,1%, а величина энергии отдельных квантов $\eta\nu \ll kT$), можно значительно ограничить круг моделей, пригодных для соответствующего описания, поскольку, по современным представлениям, дискретные переходы в области $5 \cdot 10^{10}$—10^{11} Гц в неживых многочастичных системах должны отсутствовать. В живой материи они возможны только в тех случаях, когда состояния, генерирующие эти переходы, выделяются на тепловом фоне. Известно несколько таких моделей. В концепции Х. Фрелиха [11] предполагается, что за счет нелинейных процессов химический потенциал системы тождественных молекул может сместиться в район наиболее низкого коллективного колебательного состояния, обеспечивая при бозе-конденсации большую неравновесную заселенность последнего за счет энергии метаболических процессов. Часть ее и накапливается в предельных циклах на частоте накачки этого состояния.

Известна модель солитонного транспорта энергии вдоль белковых молекул, предложенная А. С. Давыдовым [12]. Теоретически обоснована резонансная фотодиссоциация долгоживущих солитонов на экситон и локальную деформацию при значениях частот внешнего поля $3 \cdot 10^{10}$—$7 \cdot 10^{10}$ Гц (А. А. Еремко [13]), то есть существует возможность такого рода вмешательства в ход метаболических процессов.

Кроме того, было высказано предположение [14], что информационная связь с внешним полем и транспорт энергии вдоль пространственных траекторий предельных циклов могут быть обусловлены спиновыми состояниями белковых молекул. Эта гипотеза недавно нашла экспериментальное подтверждение: оказалось, что постоянное магнитное поле напряженностью порядка 40 Э, приложенное в любой точке меридиана, блокирует прохождение информационных сигналов, возбуждаемых резонансным образом внешним полем через биологически активные зоны.

На рис. 6 приведена гистограмма спектрального распределения собственных характеристических частот организма, составленная по результатам терапии желудка у 69 пациентов. Несмотря на индивидуальность значений частот, присущих отдельному человеку, все они лежат в достаточно узком диапазоне.

В заключение отметим, что в рамках изложенной гипотезы может найти объяснение и ряд других методов лечения: лазеротерапия (терапевтическое действие за счет эффекта комбинационного рассеяния), СВЧ-терапия дециметрового и сантиметрового диапазонов (эффективна только при модуляции сигнала и сравнительно большой его мощности, что указывает на возбуждение предельных циклов на обертонах сигнала), магнитотерапия и, наконец, традиционная иглорефлексотерапия, как возбуждение предельных циклов постоянным возмущением.

УДК 615.846

---

[11] См.: *Fröhlich H.* Coherent Electric Vibrations in Biological Systems and Cancer Problem. IEEE Trans., Microwave Theory Tech., MMT-26, p. 613—617.

[12] См.: *Davydov A. S.* Solitons in Molecular Systems. Inst. Theor. Phys.-83-115 E, Sept. 1983; *Davydov A. S.* The Role of Solitons in the Energy and Electron Transfer in One Dimensional Molecular Systems.— Physica, 1981, 3 D, N 1—2, p. 1—22.

[13] См.: *Eremko A. A.* Fotodissociation of Davydov Solitons. Inst. Theor. Phys.-83-190 E, Sept. 1983.

[14] См.: *Ситько С. П., Сугаков В. И.* О роли спиновых состояний белковых молекул.— Докл. АН УССР, сер. А. физ.-мат. и техн. науки, 1984, № 6, с. 65.